ADELGAZAR EN EL AGUA

Pedro Hugo García Peláez

Adelgazar en el agua

Pedro Hugo García Peláez

1ª edición

Editado por Lulu

ISBN: 978-0-244-61979-4

Reservados todos los derechos. No se permite la reproducción total o parcial de esta obra, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio (electrónico, mecánico, fotocopia, grabación u otros) sin autorización previa y por escrito de los titulares del copyright. La infracción de dichos derechos puede constituir un delito contra la propiedad intelectual.

© Pedro Hugo García Peláez, 2017

Dedicado a mi madre con todo el cariño

PRÓLOGO

El libro ya va teniendo su forma deseada, hace algunos años me vino una idea sobre como nadar para optimizar mejor el ejercicio y aquella idea funcionó, luego después de unos años encontré unos problemas que podían aplicarse a como mantener el reposo del cuerpo humano en el agua, y comprobé que también funcionaban, si en el primer caso fortalecía el cuerpo en general y sobre todo el abdomen dejándolo sin una gota de grasa en el segundo caso se conseguía relajar el cuerpo.

No sé si ésta sera la finalización del libro, aunque técnicamente ya tiene todo el material necesario para nuestros propósitos. Hay que darle la forma necesaria y no sé si habrá una próxima edición.

Soy físico no médico y aplico las leyes físicas de un cuerpo, como puede ser el cuerpo humano en el agua, el método funciona y sobre lo que funciona no hay que darle más vueltas sobre todo en el plano de la física que es una Ciencia exacta.

Por otra parte soy el autor de una novela corta que me llevó cerca de dos años escribirla y finalizarla, por eso digo que escribir un libro y darle la forma adecuada lleva más trabajo del que se pueda pensar al principio.

Con este libro técnico llevo cerca de tres años y está cerca de su finalización, no en el fondo que ya está completo, sino en la forma que quiero darle.

El libro se divide en dos partes estática y cinemática.

Estática se puede definir como el reposo de un cuerpo, Newton define la estática como, si sobre un cuerpo sobre el que no actúa ninguna fuerza y está en reposo éste se mantiene en reposo. Nosotros vamos a usar una definición más general, y vamos a definir la estática, como cuando sobre un cuerpo todas las fuerzas que actúan sobre este cuerpo se anulan y por lo tanto éste se mantiene en reposo.

El libro como ya he introducido introduce dos conceptos, que nos servirán para nuestros propósitos ,el reposo del cuerpo humano en el agua y el movimiento del mismo en el mismo medio.

Para conseguir nuestros propósitos hay que usar las fórmulas que nos sirvan para nuestros propósitos teniendo en cuenta las características del cuerpo humano.

Al escribir este libro tengo dos ventajas que sé lo que quiero escribir y al ser un libro técnico no tengo que inventarme un final novelesco.

Hay unas aproximaciones que son fundamentales y sobre las que se basa prácticamente toda la idea del libro. En estática vamos a considerar el cuerpo humano como un cuerpo formado por infinidad de varillas de densidad constante, que estan en equilibrio en el agua

En cinemática la única aproximación es asemejar el cuerpo humano a una tabla flotando, vamos a considerar al nadador como una tabla que sube y baja a la vez que avanza.

Hay un problema con la gente no familiarizada con los temas de Ciencias, y es que éste es un libro de ciencias y yo tengo que describir lo más aproximado posible el mecanismo y las circunstancias en las que se produce el movimiento, ya que seguramente en el futuro habrá alguien que mejore este libro y hay que describir a los lectores expertos en ciencias el proceso, para que tenga todas las medidas y fórmulas bien descritas, a la vez que hay que intentar que una persona no versada en ciencias pueda utilizarlo para mejorar su salud y bienestar físico.

El libro va a estar dividido en dos secciones estática y cinemática al igual que en el electromagnetismo. La electricidad estática es la primera parte del estudio del electromagnetismo, y la electrodinámica produce otro fenómeno que es el magnetismo con lo que todo se une y se estudia lo que llamamos electromagnetismo.

En este libro la estática en el agua se va a ocupar del reposo del cuerpo como regeneración y recuperación del mismo, y la cinemática como el ejercicio puro y duro que nos hará sufrir aunque de forma muy moderada.

Volviendo a las consideraciones de temas que no estén al alcance de lectores poco versados en temas de ciencias. Pondré una nota explicando sobre su complejidad, y de como deben leerlo someramente, sin embargo son necesarios estos aspectos para los lectores de ciencias, que en un futuro puedan mejorar estas ideas desde unos conceptos claros que les permitan una visualización clara de la idea.

Y es que el libro sin dejarme llevarme por la euforia es una idea innovadora y como siempre ha ocurrido en la historia de la ciencia habrá alguien en un futuro que pueda mejorar esta idea.

Espero que disfruten del libro tanto como yo lo he hecho después de desarrollarlo en seis años, y ver que funciona en lo que respecta a aumentar nuestra salud y bienestar físico.

Lo que funciona funciona y no hay que darle muchas vueltas si no vemos de donde viene una fórmula física, y es que la física tiene sus propias leyes igual que la poesía.

Los ejercicios se deben hacer en el agua y se van a necesitar dos cosas:

Para los ejercicios estáticos una bañera en la que quepa tu cuerpo estirado, y una piscina de un mínimo de 20 metros para los ejercicios de natación. Sin estos requisitos ya adelanto que es imposible realizar los ejercicios.

¿Por qué en el agua? principalmente porque la densidad que influye bastante en el entramado físico que he ideado es irrisoria en el aire, y por lo tanto no sirve para nuestros propósitos. Por otra parte la densidad del colchón donde descansamos es infinitamente más grande que el del agua, y sobre nuestro cuerpo actúa una fuerza llamada normal que se concentra en algunas partes que están más en contacto con el colchón, no sobre la totalidad de nuestro cuerpo.

Por lo que el agua se convierte en un elemento intermedio que se adapta perfectamente para nuestros propósitos.

CAPÍTULO 1

ESTÁTICA DEL CUERPO HUMANO

EN EL AGUA

La estática y cinemática en Ciencias Físicas es de los primeros problemas a los que se enfrentaron los primeros físicos.

Las primeras catedrales tenían que sustentar un gran peso pero tenían que tener un carácter estático, una armonía que aunara su grandeza con su solidez.

Las leyes físicas del cuerpo humano tanto moviéndose como permaneciendo estático en el agua difieren un poco, o mejor dicho bastante de como se comporta en tierra firme y en la atmósfera.

En tierra firme porque actúa una fuerza llamada normal que se opone frontalmente al peso, todos notamos el trasero dolorido cuando estamos sentados largo tiempo en una silla.

En el agua al ser ésta de una densidad menor no notamos esa fuerza normal, y lo que notamos es una fuerza hacia arriba igual al volumen del peso desalojado, pero al ser la densidad menor y ser una materia que se acomoda al volumen digamos elástica, no sentimos esa molestia de la fuerza normal.

Un colchón que nos sirve para descansar tiene una densidad muy grande comparada con el agua, y la fuerza normal también actúa además no sobre todo nuestro cuerpo sino sobre las partes que se apoyan en el propio colchón.

Podemos considerar el agua como un colchón ideal.

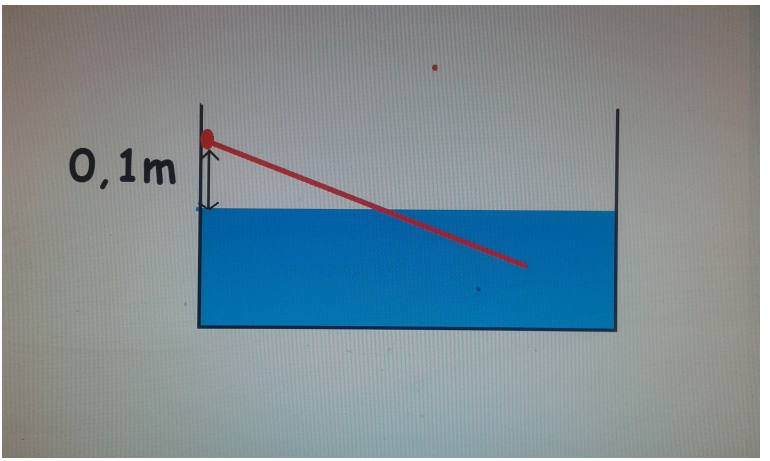
Y en el fondo si el agua es tan importante para los seres vivos también es importante como nos relacionamos con ella, o sea como se comporta el cuerpo humano en el agua tiene sus propia reglas físicas, y estas son las que voy a describir en el libro.

La definición de estática en física es la de un cuerpo donde todas las fuerzas se anulan y éste está en reposo. Esto incluye el reposo rotacional, una peonza puede estar quieta en el mismo sitio pero puede estar girando por lo que no estaría en reposo.

Es bastante curioso que la forma que vamos a ver de interactuar nuestro cuerpo físico con el agua de forma estática y cinemática tiene unas expresiones que se simplifican mucho, asemejando nuestro cuerpo humano a una tabla, o a otra tabla formada por infinidad de varillas.

Vamos con el problema más simple que es asemejar el cuerpo humano a una tabla formada por infinidad de varillas.

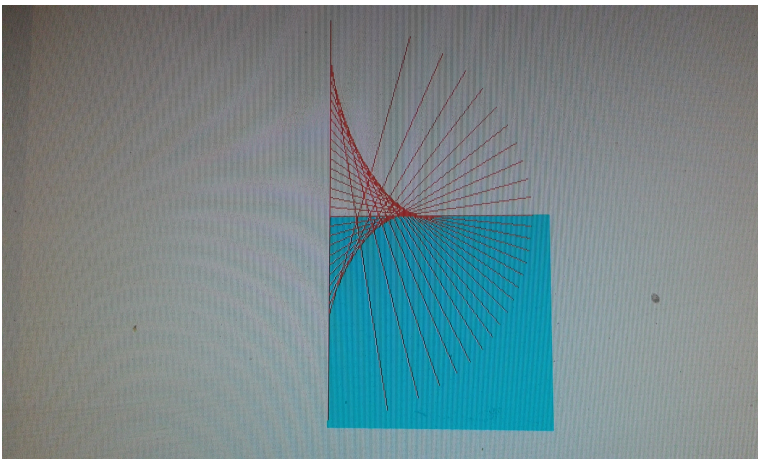
Voy a ilustrar esto con un dibujo asemejando una varilla sujeta de un extremo, pero que a la vez puede oscilar, y cuál sería su forma de reposo en un recipiente lleno de agua.



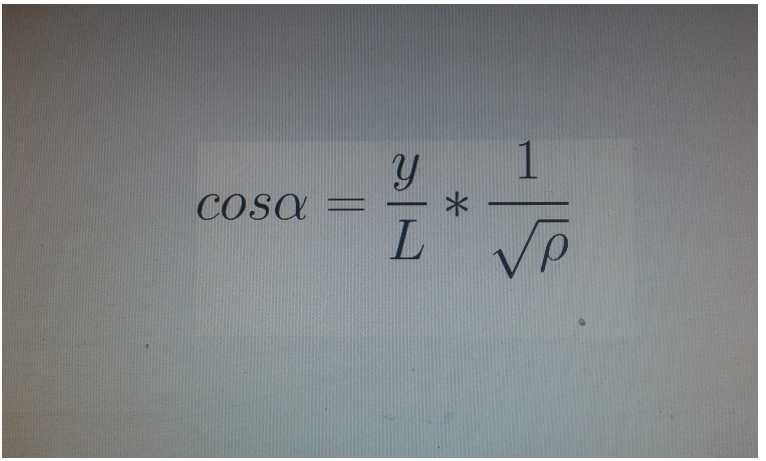
Esta sería a grandes rasgos la posición de equilibrio en el agua, de una varilla de algo menos de un metro anclada a 0,1 metros sobre el nivel del agua.

Asemejar el cuerpo humano a una tabla formada por infinidad de varillas es totalmente válido, pero para ello necesitamos saber que densidad aproximada tienen nuestro cuerpo. Que aproximadamente viene a ser igual al del agua.

Una varilla sujeta por un extremo tiene estos diferentes puntos de equilibrio, cuando tiene una parte sumergida en el agua, y estos equilibrios dependen de la distancia donde esté sujeta.



La fórmula que rige el equilibrio de una varilla individual viene dada por la fórmula:



$$cos\alpha = \frac{y}{L} * \frac{1}{\sqrt{\rho}}$$

-y: Es la distancia del punto de anclaje a la superficie del agua.

-L: Es la longitud de nuestro cuerpo

-p: Es la densidad relativa respecto al agua del cuerpo sumergido en forma de varilla, que en el sistema internacional, y en nuestro caso es 0,95

- coseno de alfa es es angulo que nuestro cuerpo hace con la vertical.

Y por otra parte si una varilla individual de nuestro cuerpo se rige por ese equilibrio la totalidad del cuerpo, al que consideramos formado por multitud de varillas iguales tendrá la misma posición de equilibrio.

Nos interesa saber que ángulo debe formar nuestro cuerpo con la vertical, para estar en

reposo absoluto, cuando esté sumergido parcialmente en el agua.

Por lo tanto para un cuerpo de 1.7 metros de longitud situado a 0.1 m de la superficie del agua, y de densidad relativa de 0,95 respecto al agua.

coseno de alfa = 0.27

Un coseno de alfa igual a 0.27 equivale en grados sexagesimales a un ángulo de 74º aproximadamente.

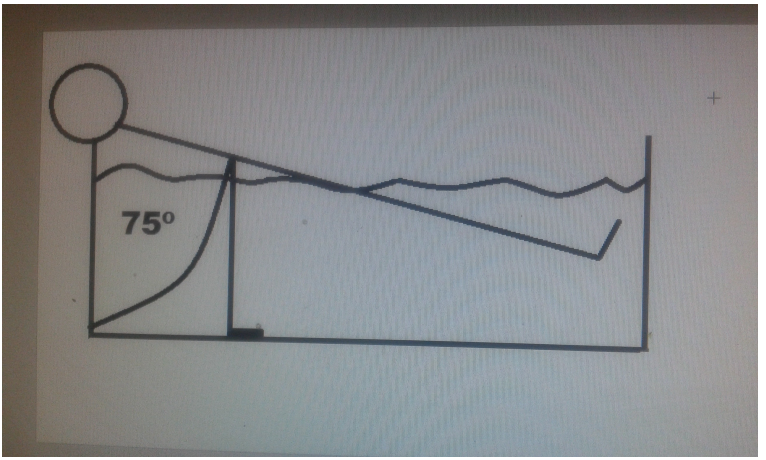
Para hallar los grados sexagesimales deberemos hallar el arcocoseno de la la cantidad hallada.

Por ejemplo coseno de alfa = 0.27 arcocoseno de 0.27 = 74º

Por lo tanto nuestro cuerpo deberá estar totalmente recto, con la cabeza ligeramente fuera del agua y los pies ligeramente sumergidos en el agua.

Ésta es la posición que debe tener nuestro cuerpo para estar en reposo en el agua, además los brazos servirán para fijar nuestra posición, por lo que nuestro cuerpo se asemejará más a una taba formada por multitud de varillas .

Adjunto un dibujo.



Esta postura relaja extremadamente el cuerpo, ya que se está en equilibrio absoluto con el fluido.

Por decirlo de alguna manera es lo más parecido a la ingravidez, y se consigue un reposo absoluto.

Hay que decir que no es un ejercicio propiamente dicho, y sólo sirve para relajarse momentáneamente. Pero sirve como introducción para ver como las leyes físicas rigen a nuestro cuerpo en el agua.

Yo particularmente lo hago en una terma caliente durante cinco minutos, y me relaja para entrar a continuación en una sauna. De cualquier forma sirve para relajarse momentáneamente, si nos queremos relajar.

Hay que tener en cuenta que se tienen que tener las piernas juntas al hacer el ejercicio.

Se podría hacer en una bañera pequeña con piernas y brazos individualmente, pero por mi experiencia no merece la pena, ya que cuando está todo el cuerpo en equilibrio es cuando se consigue una mayor eficiencia.

En cuanto a la cinemática necesitaremos una piscina de unos 20 metros de longitud, para nadar en

nuestro propio periodo de flotación, aunque también se puede hacer en el mar.

CAPÍTULO 2

CINEMÁTICA DEL CUERPO HUMANO EN EL AGUA

INTRODUCCIÓN

Al escribir este libro me he dado cuenta, que no es necesario introducir conceptos complicados como ecuaciones diferenciales, para justificar de donde viene la fórmula del periodo de flotación de un cuerpo de simetría cuadrada, o la ecuación de un movimiento armónico simple, ya que esa sería materia para un libro de física propiamente dicho.

Por mi experiencia es probable que algunos de mis lectores comprendan que es una derivada, pero si encima le pones la resolución de una ecuación diferencial le vas a aburrir, y lo que pretendo es llegar a todo el público, desde un ama de casa a un profesional de lo que sea.

En consecuencia he escrito un libro que aunque puramente científico y basado en las Ciencias Físicas pueda ser leído por todo el mundo con un lenguaje llano y claro.

Lo más difícil que vas a tener que resolver es una raíz cuadrada, o sea cosas como: Raíz de nueve igual a tres porque tres por tres son nueve.

$\sqrt{9} = 3$

Que con la ayuda de las calculadoras no representa ningún problema.

* Nota. Esta unidad es puramente introductoria. Trata sobre los fenómenos físicos que ocurren

cuando un cuerpo entra en resonancia al oscilar en su propio periodo de oscilación natural.

Si no se tienen muchos conocimientos de física se debe leer por encima, sin prestar demasiada atención a los detalles técnicos.

UNIDAD1: Fundamentos físicos de periodo, movimiento armónico simple y resonancia:

Yo tengo una máxima:

"Lo que no se puede medir no sirve de mucho".

Obviamente existen cosas etéreas como el amor, pero cuando alguien te dice te quiero mucho no sabes si lo dice de verdad o te está mintiendo, los números no mienten. Y este libro trata de darte las herramientas necesarias para que halles los tiempos en los que debes nadar, dependiendo de las características de tu propio cuerpo.

En realidad lo que te voy a contar está íntimamente ligado a la fuerza de la gravedad, ésta es una fuerza a distancia lo que quiere decir que la tierra atrae a un avión aunque no haya nada aparentemente que los una, no voy a entrar en consideraciones de si hay una

malla espacio tiempo, o unas cuerdas imaginarias como en la teoría de cuerdas que lo une todo.

De hecho todo va a ser muy simple lo más complicado que vas a tener que hacer son raíces cuadradas. Las raíces cuadradas son otro número que elevado al cuadrado da el número que originalmente estaba dentro de la raíz, o sea: Raíz de nueve igual a tres porque tres por tres son nueve.

√9 = 3 porque 3 * 3 = 9

También deberás conocer el Sistema Internacional de medidas.

Uso El Sistema Internacional (S.I.) ya que es el más usado en física.

Sus unidades principales son segundos para el tiempo, kilogramos para la masa, y metros para las longitudes.

Lo que voy a escribir en este libro no es un descubrimiento científico es simplemente una

aplicación de la mecánica clásica al ejercicio de la natación.

La mecánica clásica es la mecánica de Newton, y es la mecánica de los cuerpos grandes no vamos a entrar en consideraciones relativistas o de mecánica cuántica de ningún tipo.

Ya he introducido que lo que voy a escribir está íntimamente ligado a la fuerza de la gravedad. Ahora vamos a dar un paso más allá, y voy a explicar que es un movimiento armónico simple a partir de ahora (m.a.s).

Un (m.a.s) es simplemente el movimiento de un columpio. Si obviamos el rozamiento de las cadenas con su punto de anclaje, el columpio seguiría oscilando en el mismo tiempo y con la misma amplitud que tuviera eternamente.

¿Por qué el columpio seguiría oscilando exactamente igual para siempre?, La respuesta se debe a la fuerza de la gravedad.

La fuerza de la gravedad en ciertas circunstancias produce una fuerza gratis, que si sabemos aprovecharla redundará en nuestro beneficio.

Obviamente no estoy diciendo que la fuerza de la gravedad produzca fuerza gratis por la cara, si no que en determinadas circunstancia por ejemplo creando un túnel que atravesara La Tierra se produciría un (m.a.s.) que produciría energía gratis.

Podría usarse esa energía gratis para impulsar cohetes, con un ahorro de energía que sería bastante considerable. Obviamente el costo de construir ese túnel que pasase por el centro de La Tierra lo hace inviable, además de los grandes problemas de ingeniería que conllevaría.

Bien ya sabemos que la fuerza de la gravedad en algunas circunstancias produce una fuerza gratis, y también produce un (m.a.s)

Voy a poner el ejemplo de un péndulo. Un péndulo oscila más lentamente cuanto mayor sea la longitud de su cuerda. Vamos a pensar que nuestro brazo es un péndulo obviamente un brazo más largo deberá oscilar más lentamente, si lo comparamos con un péndulo, esto es importante, no es que debamos moverlo más lentamente a ojo de buen cubero es

que hay una formula física que te mide con dos decimales, el tiempo en que debes mover tu brazo si lo consideras un péndulo.

La fórmula del periodo de un péndulo simple es: 2 por π, por la raíz cuadrada de la longitud de la cuerda dividida por la raíz cuadrada de la aceleración de la gravedad, la cuerda la consideramos de masa despreciable.

Cuando hablamos de periodo y frecuencia estamos hablando de la misma cosa, y ambas cosas significan lo mismo, un tiempo en el que se repiten dos sucesos iguales.

De hecho la frecuencia es la inversa del periodo, yo prefiero usar el periodo ya que es para mí una forma más simple de describir el tiempo que la frecuencia, la frecuencia se usa más en ondas ya que a algunos físicos les resulta más fácil este concepto para visualizar algunas propiedades de las ondas, pero vuelvo a repetir que periodo y frecuencia son la misma cosa, únicamente una es inversa de la otra y ambas miden el tiempo en el que se repiten dos sucesos.

Y de hecho la frecuencia de las ondas de televisión, se podría medir usando el periodo, o sea una onda

de 50 Hercios es únicamente una onda con un periodo de dos centésimas de segundo, o sea que repite sus mismas condiciones cada 0.02 segundos.

$$\mathbf{50\ Hercios} = \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{50}} \ = \ \mathbf{0,02\ segundos}$$

Únicamente manías de los físicos, y es que en realidad somos muy maniáticos.

Por otra parte cuando hablamos del periodo de flotación natural de un cuerpo hablamos del periodo propio intrínseco de cada cuerpo. Cuando empujamos un cuerpo hacia abajo en el agua y obviamos el rozamiento, que en el agua es muy pequeño, éste sube y baja siguiendo un movimiento armónico simple en un tiempo característico propio de cada cuerpo, que está íntimamente ligado con su forma.

Podemos medir con la fórmula su periodo de frecuencia natural de oscilación, aunque siempre existe el rozamiento, pero vuelvo a repetir que en el agua ésta fuerza de rozamiento es muy pequeña.

A la fuerza extra que debemos hacer para que mantenga su propio periodo de oscilación natural la llamaremos:

Fo

Ésta fuerza aunque es constante, aplicada en algún lugar estratégico del movimiento consigue acercarse mucho la frecuencia del oscilador, y es cuando se produce el efecto de la resonancia.

Ésta fuerza a pesar de ser constante, si se aplica sobre el cuerpo en ciertos momentos la hace ser muy eficiente en provocar una mayor amplitud del movimiento sobre el cuerpo sobre el que se ejerce.

Si se aplica en desfase con un columpio su eficiencia no será muy grande, pero si se aplica sobre un columpio en los momentos de máxima amplitud será muy eficiente, y conseguirá aumentar la amplitud del columpio considerablemente.

¿Por qué nadar en tu propio periodo de flotación natural? básicamente porque no entras en desfase

con la fuerza de la gravedad, y por lo tanto estás aprovechando mejor tu esfuerzo.

Este tiempo en el que en cuerpo se hunde un poco en el agua vuelve a subir a la superficie y luego se vuelve a hundir hasta la misma posición se denomina periodo, y se mide en segundos. Periodo es el tiempo en el que un movimiento se repite exactamente igual a trozos.

En el movimiento de un péndulo es el tiempo en el que la partícula vuelve a repetir sus mismas condiciones de velocidad, aceleración y posición. Dicho de forma más fácil, si movemos un péndulo colgado del techo y lo soltamos, el periodo de oscilación sería el tiempo que tarda en ir y volver a la misma posición en la que lo soltamos.

Ya comprendemos que un cuerpo flotando tiene su propio periodo de oscilación natural.

Pero es que además vamos a entrar con el último concepto importante que debemos conocer y es el de la resonancia. Hasta ahora hemos visto sistemas que oscilan libremente, y otros a que están sometidos a una fuerza periódica.

Un péndulo oscilando es un cuerpo que oscila libremente.

Un cuerpo flotando arriba y abajo es un cuerpo sometido a una fuerza periódica, en este caso producido por nuestros propios músculos internos, y si hacemos que esa fuerza se produzca en los momentos adecuados conseguiremos que la amplitud del movimiento aumente considerablemente.

Ahora voy a poner el ejemplo de un cuerpo oscilando sometido a una fuerza impulsora. El cuerpo oscilando es el vaso, y la fuerza impulsora es la nota que emite la soprano, que con su voz consigue romper un vaso.

El mecanismo para romper el vaso es el siguiente, la soprano emite una nota continuada, esa nota tiene un periodo determinado que hace vibrar el aire continuamente de la misma forma y en un mismo tiempo, si el vaso se pone a vibrar adelante y atrás en ese mismo periodo se produce una fuerza que se llama resonancia que hace romper el vaso.

El Talmud es un libro Hebreo que trata temas religiosos y leyes.

Es curioso porque fue escrito hace 4.000 años y un precepto legislativo de este libro decía:

Si un gallo introduce su cabeza en un recipiente vacío de vidrio y allí cacarea hasta romper el recipiente, todo el costo será pagado.

El Talmud (Baba Kamma, Capítulo 2)

A este efecto se le llama resonancia, y por lo visto ya lo conocían hace miles de años.

El mecanismo es el mismo que hace la soprano con una nota sostenida que consigue romper el vaso, como ya hemos visto.

Alexander Wooks indica en su libro Acoustics (Blackie and Son, Londres 1940): Parece difícil creer que se proyectó dicha legislación para cubrir un caso que nunca habría de presentarse".

Un físico francés que además criaba gallos lo calificó como el precepto no necesario, ya que él nunca vio una gallina meter su cabeza en una vasija y romperla con su cacareo.

En fin vemos que la resonancia era conocida en los albores de la civilización, donde los legisladores lo tipifican de una manera un poco extraña en base a un fenómeno que no ocurre casi nunca, a no ser que en esa época fuera un problema tan grande como para tipificarlo.

Las mismas consideraciones se tienen en cuenta en el ejército, ya que cuando un batallón pasa por un puente se le hace perder el paso para que la fuerza de las piernas de la tropa al unísono no entre en resonancia con la estructura del puente, y haga que éste se caiga.

Estos últimos fenómenos entran en la consideración de cuerpos sometidos a fuerzas impulsoras que entra en resonancia.

Lord Kelvin famoso por sus contribuciones a la termodinámica, y creador de la escala Kelvin dijo:

La vibración de las partículas interconectadas constituye un problema importante y peculiarmente interesante... ha de tener muchas aplicaciones.

Lord Kelvin, Baltimore Lectures (1884)

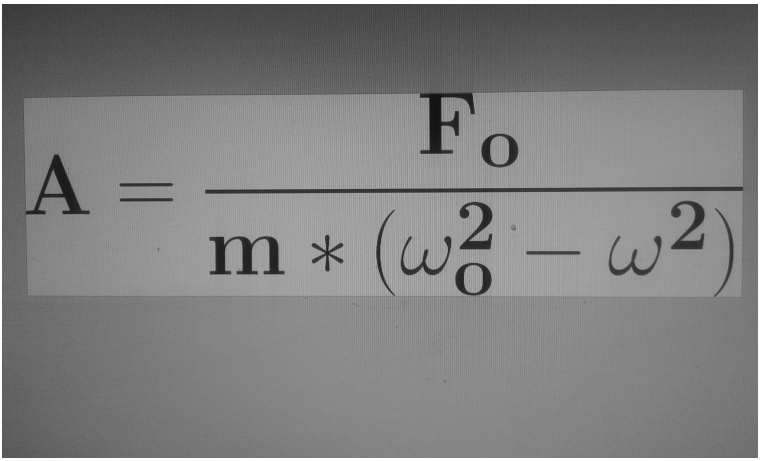
Ahora voy a empezar por el sistema que nos atañe, que es nuestro cuerpo como un sistema libre que se ve impulsado por una fuerza periódica.

Nuestro cuerpo es el sistema libre y la fuerza impulsora nuestros propios músculos.

Voy a poner la fórmula de la amplitud del movimiento para un sistema simple como puede ser nuestro cuerpo flotando en el agua, que oscila debido a una fuerza constante y periódica con poco amortiguamiento producida por nuestros propios músculos internos.

Cuando la fuerza se impone o sea cuando hayan pasado los efectos transitorios y conseguimos que nuestro cuerpo oscile cerca de su frecuencia natural de flotación, la amplitud del movimiento tiende a aumentar a infinito.

Éste es el efecto de la resonancia, cuya fórmula es :



$$A = \frac{F_o}{m * (\omega_o^2 - \omega^2)}$$

(A) Es la amplitud del movimiento

En el caso de que la fuerza de un terremoto mueva la tierra con una frecuencia w y que una casa vibre en una frecuencia casi igual, la amplitud del movimiento tendería a infinito, ya que el denominador se hace muy cercano a cero.

Wo

Sería La frecuencia con la que vibra la casa.

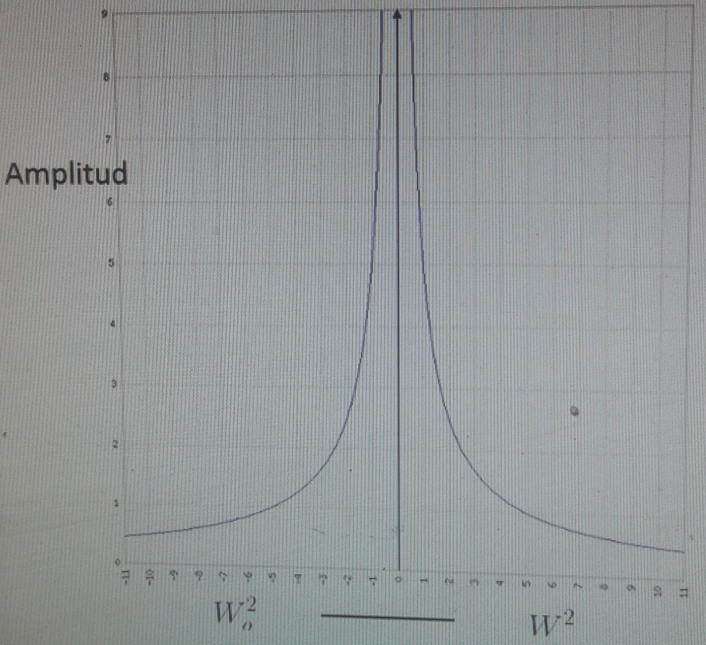
W

Sería la frecuencia con la que el terremoto hace vibrar la tierra.

Imaginemos un gráfico donde la frecuencia de oscilación natural de la casa sea cercana a la frecuencia de la fuerza periódica del terremoto moviendo la tierra, vemos que la amplitud del movimiento tiende a infinito.

Podemos ver el gráfico en la siguiente ilustración.

La amplitud tiende a infinito cuando $W_o^2 = W^2$



A este fenómeno se le llama resonancia.

Wo

Es lo que llamamos frecuencia natural de oscilación de un cuerpo, la casa tiene una frecuencia de oscilación natural que si coincide con la frecuencia de la fuerza impulsora del terremoto la puede derribar, de igual modo que nuestro cuerpo tiene una frecuencia de oscilación natural cuando nadamos.

Como veremos más adelante si nuestro cuerpo tiene un periodo de oscilación natural y lo movemos con nuestra propia fuerza periódica de similar periodo que nuestro propio periodo de oscilación natural al flotar, conseguiremos que al flotar entremos en resonancia y que la amplitud del movimiento aumente considerablemente.

La amplitud del movimiento no llegará a infinito por fuerzas como el peso del nadador, el rozamiento con el agua y su empuje, pero sí aumentará algo lo que producirá notorios beneficios al hacer el ejercicio.

Volviendo al tema de la resonancia de nuestro cuerpo al flotar es importante que nuestro cuerpo al flotar entre en resonancia, ya que además de aumentar la amplitud del movimiento no entramos en desfase con la fuerza de la gravedad.

No necesitamos usar una gran fuerza sino que estamos aprovechando que podemos conocer el tiempo en el cual debemos subir y bajar al nadar para aprovecharnos, y hacer ese ejercicio en armonía con la fuerza de la gravedad.

La resonancia se produce entre un cuerpo que oscila libremente, pero que es sometido a una fuerza periódica aplicada en momentos estratégicos que hace aumentar la amplitud del movimiento considerablemente.

Por último repetir que en la ecuación del periodo de un péndulo simple vemos que la única variable que hay es la longitud de la cuerda, las demás son constantes, si no hubiera esa variable todos los péndulos se moverían en el mismo periodo y todos los brazos o piernas tendrían el mismo periodo de oscilación natural, por lo tanto esa variable será la que determine como una persona debe mover su

brazo en forma pendular en el tiempo que le corresponde.

Sorprendentemente a continuación veremos que el periodo de flotación natural de un cuerpo con simetría cuadrada y el de un péndulo simple tienen la misma fórmula.

Vemos que la palabra clave es "resonancia" y te voy a dar las herramientas necesarias para que consigas que tu cuerpo entre en resonancia con el agua al nadar.

* Nota. Esta unidad es esencial para saber en que forma y tiempo debemos nadar, aunque cueste un poco su comprensión se debe estudiar completamente e intentar comprender en su totalidad.

- UNIDAD 2: Nadando en nuestro propio periodo de frecuencia natural de oscilación en el agua.

Hemos visto que al entrar en resonancia la amplitud aumenta considerablemente, un pequeño terremoto puede tumbar una casa si la fuerza periódica del terremoto entra en resonancia con la frecuencia natural de oscilación de la casa.

En un sistema que oscila libremente el mecanismo obviamente es más simple, ya que el péndulo oscila libremente y sólo se pararía si hay suficiente rozamiento para amortiguar el movimiento, pero cuando se le aplica una fuerza constante pero periódica ya entramos en consideraciones de resonancia.

Otro sistema simple sería una tabla que hundimos ligeramente en el agua y se pone a oscilar arriba y abajo, esto vuelve a ser un (m.a.s) como en el caso de un péndulo, sólo que la tabla ahora oscila arriba y abajo en el agua en un tiempo característico y continuo como en el caso de un péndulo.

Algo así como el movimiento de un muelle moviéndose arriba y abajo

Hace unos años me vino una idea como caída del cielo era Septiembre. En enero tenía un examen de

mecánica, y me pasaba el día haciendo problemas, era tal la destreza que estaba teniendo con los problemas que casi intuía nuevas variables, ya que los problemas que hacía para el examen de la carrera prácticamente los dominaba ponía mucho empeño y prácticamente dominaba todos los problemas a los que me enfrentaba, la verdad es que me acostaba exhausto.

Una mañana al despertarme me vino un idea, que aunque simple, podía conseguir mejorar los cálculos de cómo debería nadar un ser humano.

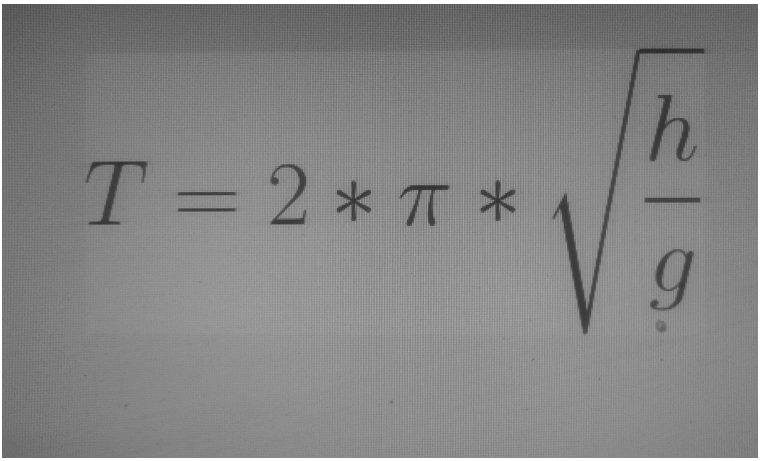
No sé si la idea me vino por inspiración divina o a causa del ingente trabajo que estaba llevando a cabo resolviendo los problemas.

La idea era asemejar el cuerpo humano a una tabla, cuando flotamos en el agua sin movernos el cuerpo humano es bastante parecido a una tabla.

Era noviembre y al día siguiente fui a un “Spa” en Madrid, después de haber medido mi frecuencia natural de flotación y ejerciendo una fuerza con mis propios músculos para nadar unos veinticinco metros en ese periodo,¡. Vi enseguida que la grasa acumulada en el abdomen desaparecía casi de forma

instantánea era como meter el abdomen en una centrifugadora, si se me permite la comparación.

Si hundimos ligeramente una tabla en el agua, ésta subirá arriba y abajo en un tiempo característico propio, además no importa si la hundimos mucho o poco siempre lo hará en el mismo tiempo, obviamente si la hundimos más hará el recorrido de subir y bajar más rápido, ya que debe recorrer más espacio en el mismo tiempo. Ésta es una característica importante, la amplitud o sea el camino recorrido es independiente de su periodo característico además en el agua hay menos rozamiento por lo que el invento funcionaba. Una tabla tiene el mismo periodo de oscilación natural que un barco de lados cuadrados, o sea un petrolero.



La fórmula es: 2 por π, por la raíz cuadrada de la media ponderada de nuestro costado dividido por la raíz cuadrada de la aceleración de la gravedad, o sea 9,81 metros partido segundo cuadrado, que es exactamente igual que la de un péndulo simple, sólo que ahora, la longitud de la cuerda es la anchura de nuestro propio costado, si consideramos nuestro cuerpo como una tabla flotante.

La única variable que hay es la anchura de los costados (h).

2 * π viene porque el (m.a.s) que tiene un cuerpo flotando está ligado con el movimiento circular, todos recordamos la fórmula de la longitud de una circunferencia que es:

$L = 2 * \pi * r$

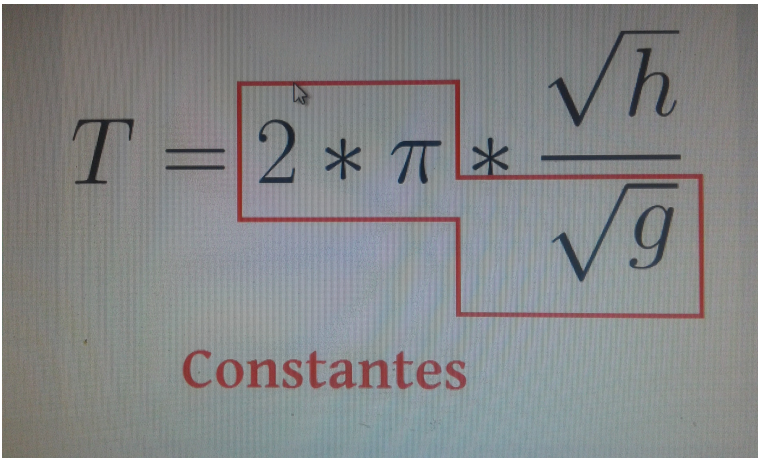
(g) Es la aceleración de la gravedad en la tierra y viene después de simplificar el peso del nadador y la fuerza de empuje del agua desalojada, o sea el principio de Arquímedes.

Y la variable de la anchura de los costados viene porque hay que tener en cuenta la densidad del líquido, que es su masa dividida entre su volumen, que en el caso del agua es cercana a 1 kilogramo partido por metro cúbico, y muy parecida a la densidad de un ser humano.

Ésta es la causa que nos permite flotar en el agua.

Y de ahí viene la variable de la anchura de los costados, que si no existiera esta variable todos los hombres, barcos, etc… tendrían el mismo periodo de flotación natural.

Vemos que en la fórmula de oscilación natural de una tabla en el agua sólo hay una variable, por lo que podemos simplificar y queda que:

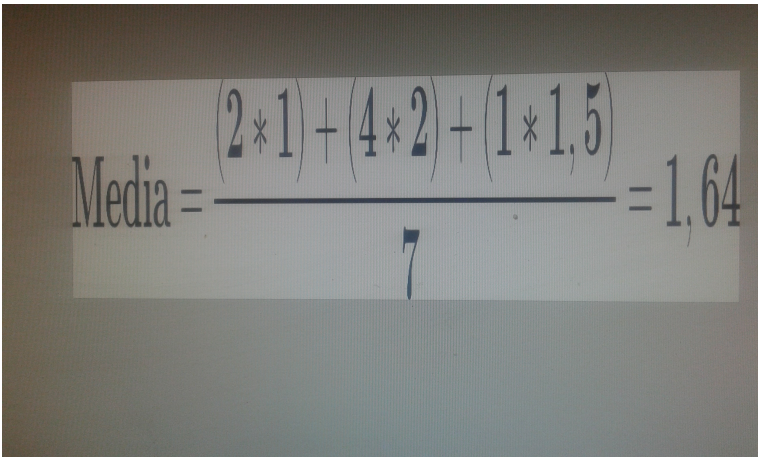


$T = 2 * \sqrt{h}$

Por lo tanto deberemos multiplicar la raíz cuadrada de la media ponderada del ancho de nuestro costado por 2 para hallar nuestro periodo de flotación natural en segundos.

Una media ponderada es una media estimada de diferentes medidas de un mismo cuerpo, por ejemplo en nuestro pecho hay mayor anchura de costado que en nuestros tobillos, y en los muslos hay mayor anchura que en los tobillos, pero menos que en nuestro pecho.

Una media ponderada de la anchura de la siguiente figura sería:



Por otra parte estamos considerando que:

(g) La aceleración de la gravedad es constante en todas las partes del planeta, a no ser que hagas el ejercicio en una piscina en el pico del Himalaya, y por otra parte es la (g) característica del Planeta Tierra, si lo hicieses en una piscina en La Luna tendría otra (g) ya que en La Luna la fuerza de la gravedad es menor.

¿Qué conseguimos con esto?, Principalmente conseguimos que nuestro cuerpo entre en resonancia con su periodo natural de flotación a causa de la fuerza que ejercen nuestros músculos internos, produciendo una fuerza periódica que coincide con nuestro periodo de flotación natural, que no es poco.

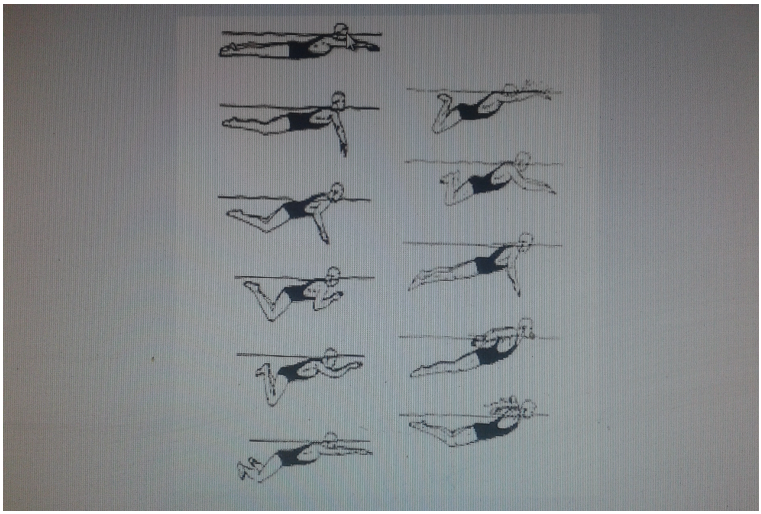
Por lo tanto vemos que una persona más obesa debe nadar más lentamente, ya que al estar la variable en el numerador, y ser mas grande que en una persona delgada hace que el periodo sea mayor y por lo tanto debe hacer el movimiento completo en más tiempo, y por lo tanto más lentamente.

El periodo es el tiempo en el que el cuerpo debe estar en la misma situación después de haber bajado y subido en el agua.

Si haces una media ponderada del costado de un cuerpo humano viene a ser de unos 14 cm. (más ancho en los muslos, más fino en los tobillos y todavía más ancho en el estómago).

Midiendo esta variable de tu cuerpo ya podemos medir el tiempo en el que debemos hacer una brazada completa, en el caso de un costado con un ancho medio de 0,14 metros el periodo es de 0,75 segundos:

Éste es el tiempo en el que tenemos que hacer una brazada completa (desde que empezamos a hacer la brazada nos sumergimos y volvemos a subir volviendo a estar en la misma posición).



De esta forma conseguimos que la fuerza que desarrollamos para producir este movimiento

entre en resonancia con el movimiento que rige nuestro cuerpo al flotar.

Es curioso que se acerque a un segundo que es la unidad de tiempo del sistema internacional de medidas.

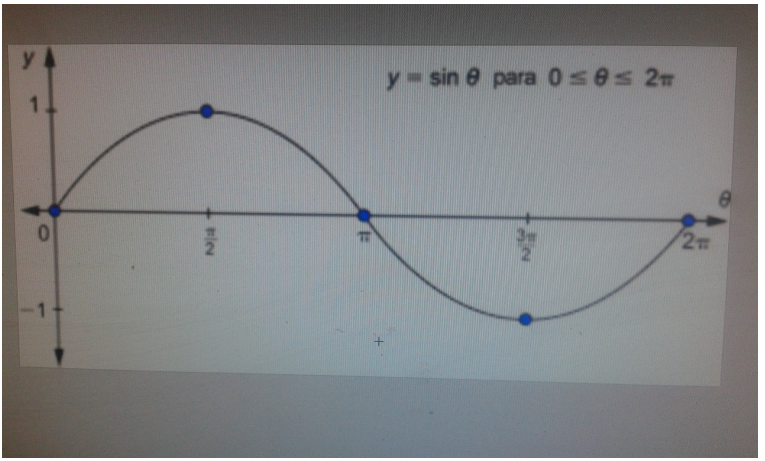
El periodo de flotación de un ser humano, oscila en términos generales entre 0,6 y 1 segundo, dependiendo de si la persona es muy delgada o bastante obesa.

Aunque es mejor hacerlo en una piscina grande o en el mar nadando 1/2 minuto o avanzando unos veinte metros. Descansando y volviendo a nadar en total unos 10 minutos unas dos o tres veces por semana. También se puede hacer en una piscina pequeña sin avanzar mucho, aunque los resultados son mucho menos espectaculares.

Eso sí aunque hagas la brazada sin avanzar mucho debes hacer el movimiento de hundirte y subir a la superficie en el tiempo hallado.

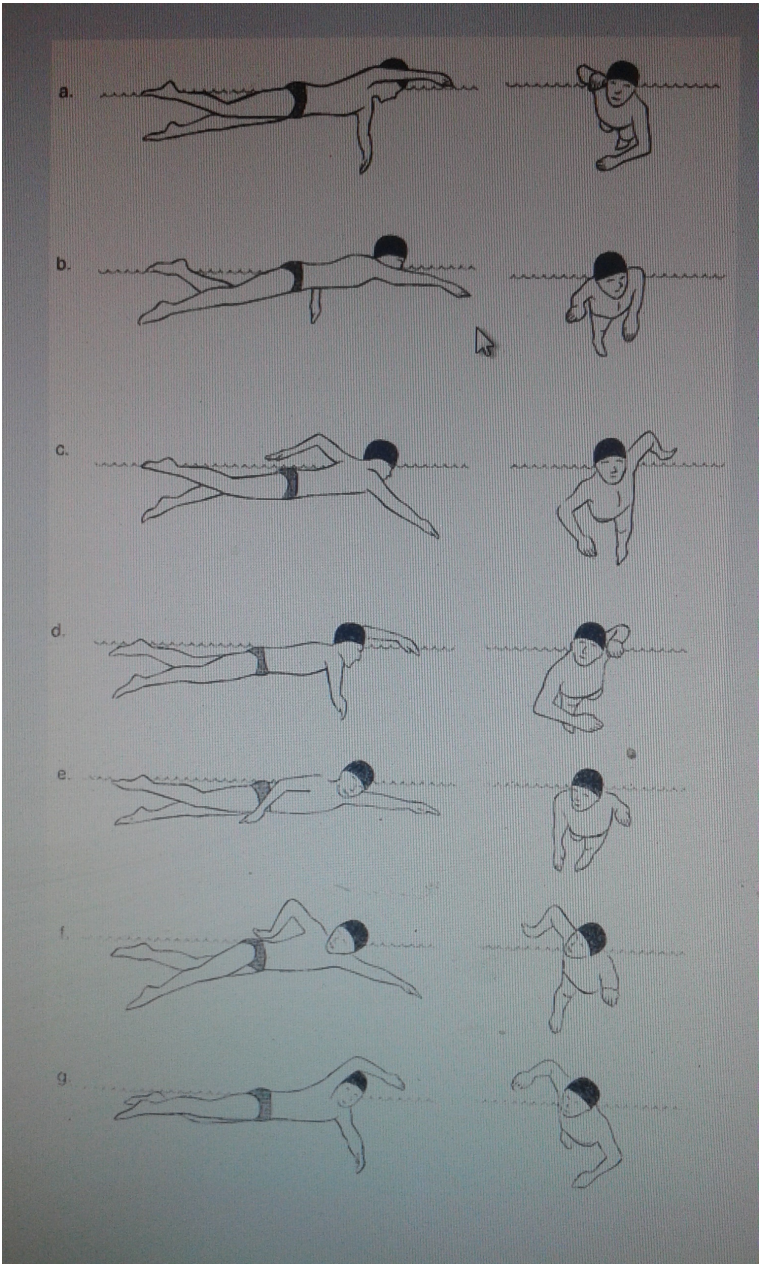
O sea que se puede hacer en una piscina pequeña, pero repito que los resultados son mucho menos espectaculares.

Si lo quieres ver de otra manera, tu cuerpo debe ponerse a nadar siguiendo una función seno de periodo 0,75 segundos.



<---------- Periodo 0,75 segundos ---------->

Vemos en la siguiente ilustración que la posición del nadador se repite cada cierto tiempo, ese es el periodo o tiempo en el que se debe hacer la brazada completa.


a.
b.
c.
d.
e.
f.
g.

Realmente es en el movimiento vertical de subida y bajada del nadador donde se produce el (m.a.s).

También lo he probado en el mar y los resultados son iguales, pero entrar en resonancia a la vez con las olas del mar es otro cantar, ya que éstas tienen su propia frecuencia natural y es difícil que dos osciladores físicos entren en resonancia (las olas y la frecuencia natural de flotación de nuestro cuerpo) .

Dicho de otra manera las olas molestan un poco, pero no mucho, sin embargo la satisfacción de hacerlo en el mar es incomparable aunque como dije no te debes preocupar en exceso por estos detalles, ya que los resultados son casi iguales.

Se debería medir el periodo de las olas, que cerca de la playa tienen un periodo bastante constante, si su periodo de oscilación es de aproximadamente algo menos de un segundo nos vendría al pelo, o sea menos de un segundo desde que empiezan a formarse cerca de la costa donde suben y bajan hasta desaparecer.

Pero si la oscilación de las olas fuera de un segundo o de medio segundo, ya entraría la fuerza periódica

que ejercen las olas en desfase con nuestra propia fuerza periódica al nadar, por lo que suele ser mejor hacerlo en una piscina o en un mar totalmente el calma.

En este caso deberíamos nadar perpendiculares a la costa para aprovechar esta subida y bajada de las olas, aunque debería ser de algo menos de un segundo aproximadamente para aprovecharlas bien.

Vemos que se usa la misma fórmula para medir el periodo de oscilación de un péndulo y para medir el periodo de flotación de un cuerpo similar a una tabla.

En un péndulo simple (h) es la longitud de la cuerda, y en el caso de nuestro cuerpo nadando (h) es la anchura media de nuestro costado.

En realidad el ejercicio se simplifica mucho respirando correctamente, ya que nuestro cuerpo utiliza el mismo sistema que el de un submarino, cuando subimos para tomar aire el aire inspirado aumenta nuestro peso y nos hace bajar, y luego debemos soltar el aire para que podamos subir a la superficie más fácilmente.

Debemos inspirar muy rápidamente para intentar bajar en 0,35 segundos y luego rápidamente expulsar el aire para volver a subir a la superficie en 0,35 segundos, ya que el periodo en el que tenemos que hacer todo el movimiento es deunos 0,70 segundos, con ciertas variaciones

según las características del volumen de cada persona.

Por último considerar que el cuerpo humano no es igual que una tabla, pero una aproximación del 80% es suficientemente buena, en física se usan continuamente aproximaciones en muchos casos ya que simplifican mucho los cálculos, y muchas veces son perfectamente válidas para resolver los problemas a los que nos enfrentamos.

* Nota. Este capítulo describe el trabajo desarrollado por una fuerza oscilatoria que entra en resonancia, se puede obviar completamente si no se está interesado en un desarrollo físico pormenorizado del proceso.

Capítulo 3: Formulación física del sistema.

La formulación física del fenómeno de la resonancia, para cuerpos libres donde se le aplica una fuerza periódica, se formula de la siguiente manera.

La fórmula del trabajo, o sea la energía que produce esa fuerza sobre nuestro cuerpo es:

$$W = Fo * x * \cos(0)$$

Si ambos vectores son paralelos:

$$W = Fo * x$$

La potencia es la derivada del trabajo respecto al tiempo

Derivando a ambos lados obtenemos la potencia por un lado, y en el otro lado la constante sale fuera de la derivada, y la derivada del desplazamiento es la velocidad.

$P = Fo * v$

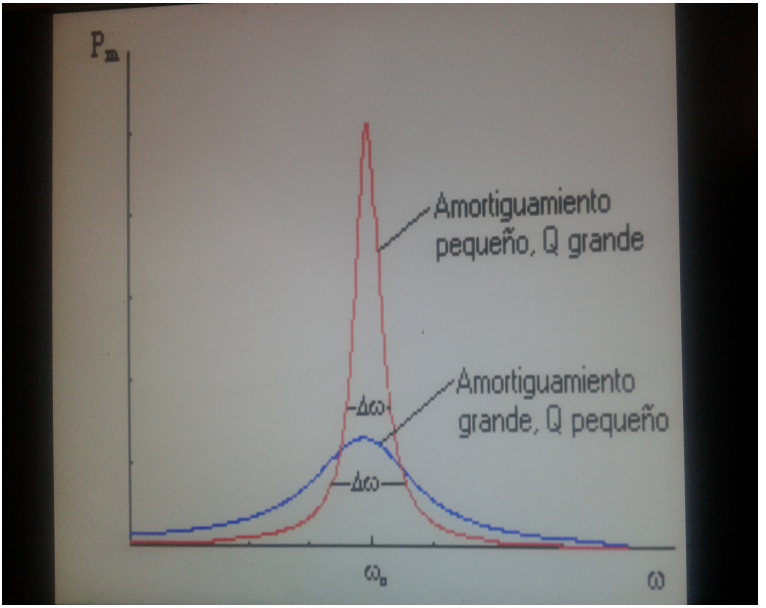
Como (v) es la velocidad que tiene la fuerza oscilatoria pondremos:

$v = A * Wo*\cos(Wo*t)$

Vemos que es una función del tiempo, y lo demas son constantes. Esta potencia transmitida al otro cuerpo al entrar en resonancia. Hace que la amplitud del movimiento del otro cuerpo crezca considerablemente.

En un sistema en resonancia, la amplitud del otro cuerpo oscilando tiende a infinito, por lo que en un pequeño instante la energía producida por unidad de tiempo es muy grande comparada con la fuerza que ejercemos.

Las curvas que representan la potencia media transmitida a un cuerpo oscilando en función de la fuerza oscilante aplicada reciben el nombre de curvas de resonancia.



Cuando ambas frecuencias son similares la potencia crece rápidamente.

El amortiguamiento es un parámetro que mide la agudeza de la resonancia.

Que en el caso de nuestro sistema compuesto por un cuerpo sólido y una masa de agua el rozamiento es

relativamente pequeño, por lo que la potencia media crece rápidamente.